

Evaluation of Energy Dependency for Air Kerma Area Product by RQR Beam Quality and Indirect Calibration

Jung-Su Kim,¹ Sung-Hwan Kim,² Mi-Jeong Kim,³ Seung-Youl Lee,³ Tae-Hee Lee,³ Youl-Hun Seoung^{2,*}

¹Department of Radiologic Technology, Chungbuk Health & Science University

²Department of Radiological Science, College of Health Science, Cheongju University

³Ministry of Food and Drug Safety, Medical Device Research Division

Received: October 31, 2018. Revised: November 26, 2018. Accepted: November 30, 2018

ABSTRACT

According to IEC 60601-1 ed3.1 and IEC 60601-2-45 regulation, diagnostic X-ray equipment should be display to measured and calculated air kerma area product. On the clinical X ray equipment, air kerma area product dosimeter would like to have an evidence for dosimeter accuracy and energy dependency. This study was performed to indirect calibration and energy dependency test for attached type air kerma area product (KAP) dosimeter by RQR standards beam quality. On the RQR5 beam quality, attached KAP dosimeter error showed -7.5%, respectably. On the RQR9 beam quality, attached KAP dosimeter error showed -10.4%, respectably. All RQR beam quality, average absolute error was 8.30%±2.85%, respectably. On this study, attached KAP dosimeter was satisfied to IEC 60580 and AAPM TG 190. This calibration method of KAP dosimeter will help to performance maintain for clinical KAP dosimeter.

Keywords: Air kerma, Area product dosimeter, Energy dependency, RQR beam quality, Indirect calibration

I. INTRODUCTION

1895년 빌헬름 콘라드 뢰트겐이 X선을 발견한 이래 영상의학에서 X선의 사용은 질병의 진단을 위해 필수적으로 필요한 도구가 되었다. 현대의 영상의학 검사에서 방사선에 대한 방어는 정당화와 최적화가 주요한 요소이다.^[1] 영상의학 검사에서 영상의 품질은 진단의 정확도를 결정하는 중요한 요소 중에 하나이다. 영상의 품질과 방사선 피폭으로 인한 위험성을 판단하기 위해서는 환자의 피폭선량에 대한 모니터링이 절대적으로 필요하다.^[2] 영상의학 X선 검사에서 열형광선량계나 유리선량계는 X선 검사 영상에 선량계의 표식을 남기기 때문에 진단에 지장을 초래하게 되므로 환자의 피폭선량 모니터링에 제약이 따른다. 영상의학 X선 검사에서 환자에게 조사되는 X선량을 나타내기 위해

서는 X선 장치의 특성에 맞는 선량계를 사용하여야 한다. 영상의학 검사에서 사용하는 선량계는 질병 진단에 영향을 주지 않고 환자에게 피폭되는 X선량을 실시간으로 표시할 수 있어야 한다. 환자에게 조사되는 피폭선량은 환자에게 발생할 수 있는 확률적, 유전적인 방사선 장애에 깊은 연관성을 가진다.

일반 X선 촬영 장치에서 환자의 선량은 공기커마 면적선량곱(Air Kerma Area Product: KAP)를 사용하거나 공기커마 입사면선량(Surface Air Kerma: SAK)를 사용한다.^[3] KAP는 이전의 면적선량곱(Dose Area Product: DAP)을 미국의학물리사협회 업무그룹 190 (American Association of Physicists in Medicine Task Group 190: AAPM TG190)에서 2008년에 공기커마 면적선량곱으로 명명하였다. KAP는 X선의 조사면적과 공기커마의 곱으로 나타내며 거

* Corresponding Author: Seoung Youl-Hun

E-mail: radimage@cju.ac.kr

Tel: +82-43-229-7993

769

Address: Depart. of Radiological Science, Cheongju University, 298, Daesung-ro, Cheongwon-gu, Cheongju-si, 360-764, South Korea

리역제곱 법칙과 X선 빔의 조사면적이 거리에 따라 비례하여 증가하는 것을 포함한다.^[4]

일반 X선 촬영 장치와 투시 X선 촬영 장치, 혈관조영 X선 촬영 장치의 환자 피폭선량은 $mGy \cdot cm^2$, $cGy \cdot cm^2$, $mGy \cdot m^2$ 의 형태로 공기커마 면적선량곱으로 나타내고 있다. 2018년에 제정된 국제전기기술위원회(International Electro-technical Commission: IEC)의 규격 IEC 60601-2-54 1.2:2018판에서는 일반 X선 촬영 장치와 투시 X선 촬영 장치에서 누적공기커마 면적선량곱과 기준공기 커마율을 표시하여야 하며 X선 검사 완료 후 의료용 디지털영상표준통신(Digital Imaging and Communications in Medicine: DICOM)에서 정의하고 있는 의료용 디지털영상표준통신 선량구조화 문서(Digital Imaging and Communications in Medicine Radiation Dose Structured Report: DICOM RDSR)로 전송하도록 규정하고 있다.^[5] 이는 2015년 제정된 IEC 60601-1-54에 추가적으로 전송과 관련한 사항을 기입한 것이다.^[6] 일반 X선 촬영 장치에서 공기커마 면적선량곱을 나타내는 KAP 선량계는 X선 관의 조사야 조절기 앞에 부착하여 사용하도록 되어 있다. 현재 사용 중인 KAP 선량계는 선량계 제조사의 권고에 따라 교정을 진행하여야 한다. 하지만 국내 임상환경에서 KAP 선량계에 대한 교정을 시행하기 위해서는 제조사인 외국으로 선량계를 보내야 하는 불편함이 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 사용되고 있는 부착형 KAP 선량계에 대해 선량계의 에너지 의존성을 평가하고 계산을 통한 KAP 값을 도출하여 실측값에 대한 차이를 평가하였으며 임상환경에서 적용 가능한 표준 선질을 이용한 교정방법을 마련하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

실험에 사용한 KAP 선량계(KermaX plus, IBA, Germany)는 제조사의 교정 권장 주기가 5년이며 선량에 대한 디지털 해상도는 $0.01 \mu Gy \cdot m^2$ 이다.^[7] 선량 측정에 사용한 선량계는 2018년 8월 30일에 교정된 다중검출용 반도체 선량계(Xi R/F, Unfors RaySafe, Sweden)를 사용하였다. 에너지 의존성 실험은 도시바 7252X 모델의 X선 관을 사용하는 인버터식 X선 발생장치(대한민국, 캡스메디컬)를 사용하였다.

이 X선 장치의 최대 관전압은 150 kVp이고 초점의 크기는 1.2 mm와 0.6 mm 이다.

실험에서 사용한 표준 선질은 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency: IAEA)의 TRS457 문서에서 정의하고 있는 흡수체가 없을 경우 선량 측정에 사용하는 RQR2에서 RQR9까지 선질을 사용하였으며 Table 1과 같다.^[8] RQR 선질의 확보를 위해 X선 영상 검출기와 초점간의 거리를 100 cm로 위치시키고 조사야 측정용 도구(Collimator Test Tool)를 사용하여 광조사야에 대한 실조사야의 크기를 평가하였다. 조사야의 크기 평가는 조사야 측정용 도구를 이용하여 획득한 영상을 의료영상전송시스템에서 가로, 세로 길이를 측정하여 산정하였다. 길이 측정은 측정자의 오차를 감소시키기 위해 가로, 세로 각 3회 측정 후 평균값을 사용하여 면적을 산출하였다. 측정된 면적을 바탕으로 지수함수식을 이용하여 조사야 측정 장치(Field-Size Measurement Plate: FSMP)의 상판 높이에서의 조사야 넓이를 계산하였다. FSMP의 바닥판에서 상판의 높이는 30 cm로 실험에 사용한 FSMP는 AAPM TG190에서 권고하고 있는 장치로 투명아크릴을 이용하여 Fig. 1과 같이 제작 하였다.^[4]

Table 1. Standards beam quality of RQR

Radiation quality	X-ray tube voltage(kV)	First HVL(mmAl)
RQR2	40	1.42
RQR3	50	1.78
RQR4	60	2.19
RQR5	70	2.58
RQR6	80	3.01
RQR7	90	3.48
RQR8	100	3.97
RQR9	120	5.00
RQR10	150	6.57

선량의 측정을 위해 FSMP의 중심과 X선 선속의 중심을 일치시키고 FSMP의 상판 위에 반도체 측정기를 위치시킨 후 각 표준 선질에 해당하는 반기층을 얻기 위해 0.1 mmAl, 0.2 mmAl, 0.5 mmAl 두께 알루미늄 판을 순차적으로 증가시켜 RQR 선질을 획득하였다. FSMP 상판의 반도체 선량계와 부착형 KAP 선량계를 이용하여 각 RQR 선질에서 5회 공기커마

값과 KAP 값을 측정하였다. 반도체 선량계에 측정된 공기커마 값에 면적을 곱하여 구한 KAP 값과 부착형 KAP 선량계에 표시된 측정값을 비교하였다. 선량 측정에 사용한 실험장치의 배치는 Fig. 2와 같다.

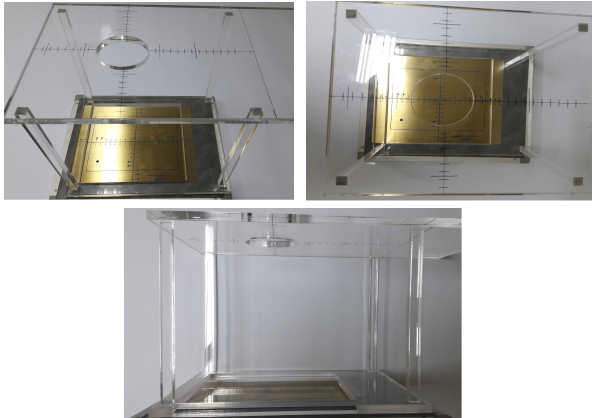


Fig. 1. Field-size measurement plate by AAPM TG190.

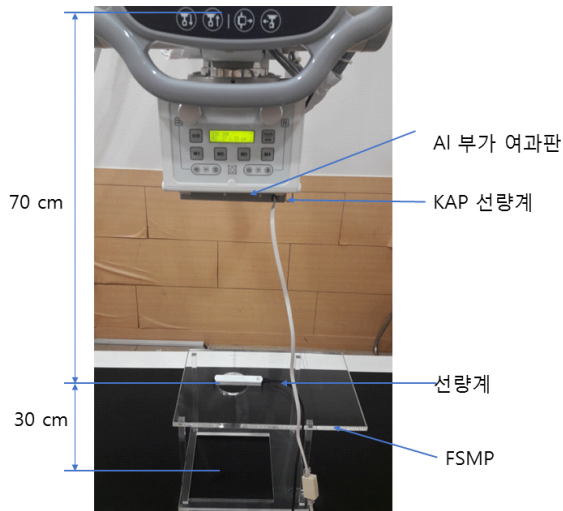


Fig. 2. Test geometry of KAP meter energy dependency and calibration.

III. RESULT

FSMP의 조사야 크기 산정을 위해 초점과 X선 검출기 사이 거리 100 cm에서 시행한 조사야 크기 시험의 결과 실제 조사야의 가로, 세로에 대한 평균값이 각각 16.92 cm, 12.70 cm로 측정되어 214.88 cm²의 면적을 나타냈다. 지수법칙에 따라 초점과 X

선 검출기 거리가 70 cm인 FSMP의 상판에서의 조사야 면적은 143.14 cm²이다.

FAMP의 상판에 위치한 반도체 선량계로 측정된 공기커마 값과 부착형 KAP 선량계의 표시 값에 대한 X선 조사조건에 대한 측정값은 Table 2와 같다.

FSMP의 상판 30 cm 높이에서 측정된 조사야의 크기와 공기커마 값을 곱해 도출한 KAP 값과 부착형 KAP 선량계에서 측정된 값의 오차는 RQR2 선질에서 3.16%±1.74%, RQR3 선질에서 12.01%±2.91%, RQR4 선질에서 7.85%±2.30%, RQR5 선질에서 7.50%±0.38%, RQR6 선질에서 8.09%±0.70%, RQR7 선질에서 7.45%±0.54%, RQR8 선질에서 10.30%±0.38%, RQR9 선질에서 10.04%±0.30%로 나타났다. 각 선질에서 KAP 선량계 측정값과 계산 KAP 값의 오차와 절대 오차는 Table 3과 같다. KAP 값의 계산은 Eq (1)을 이용하였다. 식에서 기준 지점은 FSMP의 상판 높이가 30 cm을 사용하였고 AW와 AL은 FAMP 상판지점에서 측정된 가로, 세로 길이를 사용하여 넓이를 산정 하였으며 k_{tp} 의 경우 반도체 선량계는 온도와 기압의 영향을 받지 않기 때문에 1을 사용하였다.^[8]

$$KAP = (measured K_{a,r}) \times AW \times AL \times k_{tp} \quad (1)$$

$K_{a,r}$: 기준점에서 입사공기커마

AW: 기준점의 가로길이

AL: 기준점의 세로길이

k_{tp} : 온도기압보정계수

모든 RQR 선질에서 KAP 선량계 측정값과 반도체 선량계를 이용한 계산값의 오차는 8.30±2.85%로 나타났다.

IV. DISCUSSION

KAP 선량계는 임상현장에서 일반 X선 촬영 장치와 투시 X선 촬영 장치, 혈관조영 X선 촬영 장치에 이르기까지 다양한 X선 진단분야 장치에서 환자에게 조사되는 X선의 선량을 나타내는 선량계로 사용된다.

국제전기기술위원회 IEC 60601-1 3.1판의 규격과 개별규격 IEC 60601-2-54에서는 진단용 X선 검사 시 X선의 선량을 표시하고 그 정확성을 명시할 것을 권고하고 있다.^[5,6,9]

Table 2. Exposure conditions and air kerma area product of each RQR beam quality

	Air Kerma Area Product (mGy·cm ²)	Tube Voltage (kVp)	Air Kerma (mGy)	Exposure Time (ms)	Tube Current (mA)	Exposure (mAs)
RQR2	75	40.32	0.513	246.5	200	49.30
	76	41.03	0.513	245.6	200	49.12
	77	41.30	0.513	245.6	200	49.12
	70	40.16	0.513	246.6	200	49.32
	74	40.08	0.513	246.3	200	49.26
RQR3	189	50.98	1.436	246.1	200	49.22
	182	51.53	1.413	246.2	200	49.24
	174	51.67	1.419	246.1	200	49.22
	172	50.28	1.34	246.1	200	49.22
	172	49.92	1.345	246.0	200	49.20
RQR4	368	60.31	2.761	247.8	200	49.56
	373	60.25	2.713	247.8	200	49.56
	366	60.28	2.779	247.8	200	49.56
	363	60.33	2.792	248.0	200	49.60
	362	60.29	2.756	248.0	200	49.60
RQR5	528	70.60	3.970	248.1	200	49.62
	513	70.62	3.860	248.1	200	49.62
	517	70.64	3.886	248.1	200	49.62
	518	70.13	3.866	248.1	200	49.62
	513	70.50	3.861	248.1	200	49.62
RQR6	651	79.63	4.870	248.3	200	49.66
	648	79.71	4.903	248.2	200	49.64
	643	79.71	4.892	248.2	200	49.64
	640	79.61	4.847	248.2	200	49.64
	649	79.69	4.885	248.1	200	49.62
RQR7	760	89.62	5.656	248.3	200	49.66
	754	89.63	5.686	248.3	200	49.66
	753	89.71	5.665	248.3	200	49.66
	751	89.60	5.644	248.3	200	49.66
	745	89.56	5.596	248.4	200	49.68
RQR8	870	100.10	6.686	248.3	200	49.66
	871	100.20	6.682	248.4	200	49.68
	862	100.30	6.654	248.4	200	49.68
	862	100.40	6.652	248.4	200	49.68
	852	100.30	6.592	248.4	200	49.68
RQR9	886	118.80	6.822	198.3	250	49.58
	887	118.90	6.819	198.4	250	49.60
	883	118.90	6.811	198.4	250	49.60
	885	119.00	6.798	198.4	250	49.60
	892	118.90	6.830	198.2	250	49.55

Table 3. Measured and calculated air kerma area product for each RQR beam quality

	Air Kerma Area Product (mGy·cm ²)	FSMP Area (cm ²)	Calculated Air Kerma Area Product (mGy·cm ²)	Error (%)	Absolute Error (%)	Average	Standard Deviation
RQR2	75	143.14	73.43	2.09	2.09	3.16	1.74
	76	143.14	73.43	3.38	3.38		
	77	143.14	73.43	4.64	4.64		
	70	143.14	73.43	-4.90	4.90		
	74	143.14	73.43	0.77	0.77		
RQR3	189	143.14	205.55	-8.76	8.76	12.01	2.91
	182	143.14	202.26	-11.13	11.13		
	174	143.14	203.12	-16.73	16.73		
	172	143.14	191.81	-11.52	11.52		
	172	143.14	192.52	-11.93	11.93		
RQR4	368	143.14	395.21	-7.39	7.39	7.85	2.30
	373	143.14	388.34	-4.11	4.11		
	366	143.14	397.79	-8.68	8.68		
	363	143.14	399.65	-10.10	10.10		
	362	143.14	394.49	-8.98	8.98		
RQR5	528	143.14	568.27	-7.63	7.63	7.39	0.41
	513	143.14	552.52	-7.70	7.70		
	517	143.14	556.24	-7.59	7.59		
	518	143.14	553.38	-6.83	6.83		
	513	143.14	552.66	-7.73	7.73		
RQR6	651	143.14	697.09	-7.08	7.08	8.09	0.70
	648	143.14	701.82	-8.30	8.30		
	643	143.14	700.24	-8.90	8.90		
	640	143.14	693.80	-8.41	8.41		
	649	143.14	699.24	-7.74	7.74		
RQR7	760	143.14	809.60	-6.53	6.53	7.45	0.54
	754	143.14	813.89	-7.94	7.94		
	753	143.14	810.89	-7.69	7.69		
	751	143.14	807.88	-7.57	7.57		
	745	143.14	801.01	-7.52	7.52		
RQR8	870	143.14	957.03	-10.00	10.00	10.30	0.38
	871	143.14	956.46	-9.81	9.81		
	862	143.14	952.45	-10.49	10.49		
	862	143.14	952.17	-10.46	10.46		
	852	143.14	943.58	-10.75	10.75		
RQR9	886	143.14	976.50	-10.21	10.21	10.04	0.30
	887	143.14	976.07	-10.04	10.04		
	883	143.14	974.93	-10.41	10.41		
	885	143.14	973.07	-9.95	9.95		
	892	143.14	977.65	-9.60	9.60		

본 연구의 결과에서 부착형 KAP 선량계의 경우 모든 RQR 선질에서 8.3%의 평균오차를 나타냈으며 국제전기기술위원회 규격에서 제시하고 있는 KAP 선량계의 허용오차 $\pm 35\%$ 를 만족하였다. IEC 61262 ed2.0에서는 부착형 KAP 선량계의 교정에 RQR5 선질(70 kVp, 균일계수 0.71, 첫 번째 반가층 2.58 mmAl) 또는 RQR8 선질(100 kVp, 균일계수 0.68, 첫 번째 반가층 3.97 mmAl)로 시행할 것을 권고하고 있다.

본 연구에서는 RQR5에 대한 평가에서 반도체 선량계를 이용한 KAP 값에 대해 -7.5%의 오차를 나타냈으며 RQR8 선질에서는 -10.3%의 오차를 나타내 모두 만족할 만한 성능을 나타냈다.^[10]

KAP 선량계의 에너지 의존성은 50~80 kVp 영역의 저 관전압에서 X선 빔의 여과에 의한 영향이 크고, 70~90 kVp 이상 영역의 고관전압에서는 필터의 여과에 영향을 적게 받은 빔에 의해 10~15% 높은 에너지 의존성을 나타낸다.^[4] 그러므로 임상에서 사용하는 KAP 선량계의 성능을 보장하기 위해서는 주기적인 확인을 통해 선량계의 정확성을 확인해야 한다.

KAP 선량계는 $\pm 35\%$ 의 넓은 오차 범위에서 작동하는 것은 허용하고 있다. 이는 KAP 값에 영향을 미치는 인자에 오차를 모두 반영한 경우에 대한 오차를 산정한 것이다. KAP 값의 오차에 영향을 미치는 인자로는 첫 번째 교정용 X선 선원과 여러 부가여과가 작용하는 임상 X선 선원의 불일치에서 오는 불확실성을 들 수 있다.^[4,11] 이는 부착형 선량계에서 2% 또는 6%의 불확실성을 가지게 한다.^[4] 두 번째로는 부착형 KAP 선량계의 위치 설정에 기인한 오차로 X선 초점과 측정기 거리가 65 cm인 경우 ± 1 cm의 오차는 공기커마에 약 3%의 오차를 나타낸다.^[4] 세 번째로 KAP 선량계는 공기의 전리 현상을 이용하는 이온 챔버이므로 측정되는 동안 수집되지 못한 이온의 영향이 이온 챔버의 표시 값에 영향을 미치게 된다. 이것은 높은 선량에서 더욱 큰 오차를 나타내게 되는데 20 mGy의 공기커마 값을 표시할 때 초기 값의 ± 0.5 mGy 오차와 마지막 값의 ± 0.5 mGy 오차는 최종적으로 ± 1 mGy 또는 5%의 오차를 가지게 된다. 50 mGy 이상의 누적

선량에서는 $\pm 2\%$ 가 감소하는 결과를 나타내게 된다. 네 번째로 조사야의 차이에서 기인하는 오차는 KAP 값이 공기커마에 면적을 곱한 값이므로 최종적인 KAP 값에 영향을 미치게 된다.^[4]

V. CONCLUSIONS

IEC 60601 규격 3.1판이 반영된 보조규격인 의료기기의 방사선 안전에 관한 보조기준규격(IEC60601-1-3)과 개별규격(IEC 60601-2-54)에 의해 국내에서 제조 되는 진단용 X선 장치의 경우 KAP 선량계를 부착하거나 계산에 의한 KAP 선량 값을 제시하여야 한다. 하지만 X선 발생 장치에 부착한 KAP 선량계의 경우 교정에 대한 신뢰성을 확인하기 위한 절차가 국내에는 마련되어 있지 않을 뿐 아니라 국내의 경우에는 KAP 선량계의 교정을 진행하는 기관이 부재하기 때문에 임상현장에서 정확성을 확인하기에는 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 현재 사용하고 있는 부착형 KAP 선량계에 대해 임상 현장 장비를 이용하여 표준 선질을 만들고 이를 이용한 에너지 의존성을 확인하였다. 또한 본 연구에서 제안한 방법은 임상 현장에서 교정된 반도체 선량계나 이온 챔버를 이용하여 사용하고 있는 X선 장치의 KAP 값에 대한 정확성을 측정하고 자체적으로 평가할 수 있는 방법으로 활용되기를 기대한다.

Acknowledgement

본 연구는 2018년도 식품의약품안전처의 연구개발비(18171MFDS329)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

Reference

- [1] J. Malone, R. Guleria, C. Craven, P. Horton, H. Järvinen, J. Mayo, G. O'reilly, E. Picano, D. Remedios, J. Le. Heron, M. Rehani, O. Holmberg, R. Czarwinski, "Justification of diagnostic medical exposures: some practical issues. Report of an International Atomic Energy Agency Consultation," The British journal of radiology, Vol. 85, No. 1013, pp. 523-538, 2012.

-
- [2] R. A. Terini, M. C. D. S. Campelo, Jr, J. N. D. Almeida, S. B. Herdade, M. A. G. Pereira, "Doses monitoring in radiology: calibration of air kerma-area product (PKA) meters," *Radiologia Brasileira*, Vol. 46, No. 6, pp. 358-366, 2013.
- [3] C. J. Martin, "Radiation dosimetry for diagnostic medical exposures," *Radiation protection dosimetry*, Vol. 128, No. 4, pp. 389-412, 2008.
- [4] P. J. P. Lin, B. A. Schueler, S. Balter, K. J. Strauss, K. A. Wunderle, M. T. LaFrance, D. S. Kim, R. H. Behrman, S. J. Shepard, I. H. Bercha, "Accuracy and calibration of integrated radiation output indicators in diagnostic radiology: a report of the AAPM Imaging Physics Committee Task Group 190," *Medical physics*, Vol. 42, No. 12, pp. 6815-6829, 2016.
- [5] IEC 60601-2-54:2009/AMD2:2018. Amendment 2 - Medical electrical equipment - Part 2-54: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for radiography and radioscopy. Oct. 24. 2018. Accessed at <https://webstore.iec.ch/publication/32217>
- [6] IEC 60601-2-54:2009/AMD1:2015. Amendment 1 - Medical electrical equipment - Part 2-54: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for radiography and radioscopy. Oct. 24. 2018. Accessed at <https://webstore.iec.ch/publication/22159>
- [7] IBA Dosimetry web site. Oct. 24. 2018. Accessed at <https://www.iba-dosimetry.com/product/kermaxr-plus-tin-o-two-in-one/>
- [8] IAEA. Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice. Oct. 25. 2018. IAEA web site. Accessed at <https://www-pub.iaea.org/books/iaea-books/7638/Dosimetry-in-Diagnostic-Radiology-An-International-Code-of-Practice>
- [9] IEC 60601-1:2005/AMD1:2012. Amendment 1 - Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance. Oct. 25. 2018. Accessed at <https://webstore.iec.ch/publication/2605>
- [10] IEC 61267:2005. Medical diagnostic X-ray equipment - Radiation conditions for use in the determination of characteristics. Oct. 25. 2018. Accessed at <https://webstore.iec.ch/publication/5079>
- [11] AAPM Report No. 125. Functionality and Operation of Fluoroscopic Automatic Brightness Control/Automatic Dose Rate Control Logic in Modern Cardiovascular and Interventional Angiography Systems (2012). Oct. 25. 2018. Accessed at <https://www.aapm.org/pubs/reports/detail.asp?docid=116>
-

RQR 선질에 따른 공기커마 면적선량계의 에너지 의존성 평가와 간접 교정

김정수,¹ 김성환,² 김미정,³ 이승열,³ 이태희,³ 성열훈^{2,*}

¹충북보건과학대학교 방사선과

²청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과

³식품의약품안전처 의료기기연구과

요 약

국제전기기술위원회의 문서 IEC 60601-1의 3판 규격과 IEC 60601-2-45의 개별 규격에서는 진단용 X선 장치에서 X선 피폭 선량 정보를 표시하고 그 정확성을 명시할 것을 권고하고 있다. 하지만 임상에서 사용하는 부착형 공기커마 면적선량계는 교정에 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 임상에 적용 가능한 RQR 표준 선질을 이용하여 공기커마 면적선량계의 에너지 의존성과 정확도를 평가하였고 임상에서 간접 교정을 시행할 수 있도록 방법론을 마련하고자 하였다. RQR5의 표준 선질에서 시행한 시험에서 부착형 공기커마 면적선량계는 -7.5%의 오차를 나타냈고, RQR8의 표준 선질에서는 -10.3%의 오차를 나타냈으며 시험한 모든 RQR 선질에 대해 평균 절대오차는 $8.30\% \pm 2.85\%$ 를 나타내 IEC 60580과 AAPM TG 190의 조건을 만족하였다. 본 연구에서 도출한 공기커마 면적선량계의 교정 방법은 임상에서 사용하는 공기커마 면적 선량계의 간접 교정법으로 사용할 수 있을 것으로 기대한다.

중심단어: 공기커마, 면적선량계, 에너지 의존성, RQR 선질, 간접 교정

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	김정수	충북보건과학대학교 방사선과	교수
(공동)	김성환	청주대학교 방사선학과	교수
	김미정	식품의약품안전처 의료기기연구과	과장
	이승열	식품의약품안전처 의료기기연구과	주무관
	이태희	식품의약품안전처 의료기기연구과	연구원
(교신)	성열훈	청주대학교 방사선학과	교수